

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-267009

(P2000-267009A)

(43)公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51)Int.Cl.⁷

G 0 2 B 15/20
13/18

識別記号

F 1

マーク-ト⁷ (参考)

G 0 2 B 15/20
13/18

審査請求 未請求 請求項の数8 ○L (全29頁)

(21)出願番号 特願平11-373945

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
大阪国際ビル

(31)優先権主張番号 特願平11-5056

(72)発明者 河野 哲生

(32)優先日 平成11年1月12日 (1999.1.12)

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタ株式会社内

(33)優先権主張国 日本 (JP)

(72)発明者 柳生 玄太

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】負正2成分ズームにプラスチックレンズを効果的に配し、特にデジタルスチルカメラに適した、小型、高画質で安価なズームレンズを提供する。

【解決手段】物体側から見た負正正3成分ズームにおいて、各レンズ群を構成するレンズ(り)内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

$$0 < C_p \times (N' - N) / \varphi W < 0, S \\ 0, -1.5 < M_3 / M_2 < 0, 90 \quad (\text{但し、} \varphi T / \varphi W \\ \geq 1, 6)$$

但し、 C_p はプラスチックレンズ曲率、 φW は広角端での全系のパワー、 N' 、 N はそれぞれ非球面の物体側、像側媒質のd線の屈折率、 M_2 、 M_3 はそれぞれ第2、第3レンズ群の移動量(広角端を基準にして物体側を一とする)、 φT は望遠端での全系のパワーである。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとかから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ：

$$\begin{aligned} & -0.8 \leq C_p \leq (N - N') \leq W \leq 0, 8 \\ & -0.15 \leq (M_3 - M_2) / 0.90 \quad (\text{但し, } \sqrt{T} \leq W \leq 1, 6) \end{aligned}$$

但し、

C_p ：プラスチックレンズ曲率

μW ：広角端での全系のパワー

N ：非球面の物体側媒質の曲線の屈折率

N' ：非球面の像側媒質の曲線の屈折率

M_3 ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を1とする）

M_2 ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を1とする）

μ_1 ：望遠端での全系のパワー

である。

【請求項2】 物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとかから成り、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ：

$$\begin{aligned} & 0.30 \leq M_3 / M_2 \leq 0.90 \\ & -0.15 \leq \mu_1 - \mu W \leq 0, 70 \\ & -0.15 \leq (M_3 - M_2) / 0.90 \quad (\text{但し, } \sqrt{T} \leq W \leq 1, 6) \end{aligned}$$

但し、

μP ：プラスチックレンズのパワー

μ_1 ：第1レンズ群のパワー

μW ：広角端での全系のパワー

M_3 ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を1とする）

M_2 ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を1とする）

μ_1 ：望遠端での全系のパワー

である。

【請求項3】 物体側から順に、負のパワーを有する第

1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとかから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ：

$\mu_1 \leq \mu_2 \leq \mu_3 \leq 5$

$$0, 25 \leq \mu_2 / (\mu W) \leq 1, 75$$

但し、

μP ：プラスチックレンズのパワー

μ_2 ：第2レンズ群のパワー

μW ：広角端での全系のパワー

である。

【請求項4】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第3レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ：

$$0, 30 \leq M_3 / M_2 \leq 0, 90$$

$$-0.15 \leq \mu_3 - \mu_1 \leq 1, 70$$

$$0, 1 \leq \mu_3 / \mu W \leq 0, 60$$

但し、

M_3 ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を1とする）

M_2 ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を1とする）

μP ：プラスチックレンズのパワー

μ_3 ：第3レンズ群のパワー

μW ：広角端での全系のパワー

である。

【請求項5】 前記2のプラスチックレンズが以下の条件式を満足する事を特徴とする請求項2乃至請求項4の、又それが記載のズームレンズ：

$$1, 1 \leq \mu P \leq \mu W \leq 1, 1$$

但し、

μ_1 ：1番目のプラスチックレンズのパワー

μ_1 ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1 = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での1番目のプラスチックレンズの近軸上光線の物体側面入射高さである。

【請求項6】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも

もこのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群及び第2レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ：

$$-1 < \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} < 1, \quad 1$$

$$0.5 < \log(\beta_2 T / \beta_2 W) - \log Z < 2, \quad 2$$

但し、

\log ：1番目のプラスチックレンズのパワー

$\log W$ ：広角端での全系のパワー

f_1 ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での1番目のプラスチックレンズの近軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta_2 W$ ：広角端での第2レンズ群の横倍率

$\beta_2 T$ ：望遠端での第2レンズ群の横倍率

Z ：ズーム比

\log ：自然対数（但し条件式では比を取っているので、底数は限定されない）

である。

【請求項7】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとかなり成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ：

$$-1 < \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_3} < 1, \quad 1$$

$$-1 < \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \frac{1}{f_3 W} < 0, \quad 5$$

但し、

\log ：1番目のプラスチックレンズのパワー

$\log W$ ：広角端での全系のパワー

f_1 ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での1番目のプラスチックレンズの近軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta_3 W$ ：広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta_3 T$ ：望遠端での第3レンズ群の横倍率

\log ：自然対数（但し条件式では比を取っているので、底数は限定されない）

である。

【請求項8】 物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとかなり成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、

正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも3つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群及び第3レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する事を特徴とするズームレンズ：

$$-1 < \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} < 1, \quad 1$$

$$-0.75 < \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \frac{1}{f_3 W} < 0, \quad 6.5$$

但し、

\log ：1番目のプラスチックレンズのパワー

$\log W$ ：広角端での全系のパワー

f_1 ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での1番目のプラスチックレンズの近軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta_3 W$ ：広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta_3 T$ ：望遠端での第3レンズ群の横倍率

$\beta_3 W$ ：広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta_3 T$ ：望遠端での第3レンズ群の横倍率

\log ：自然対数（但し条件式では比を取っているので、底数は限定されない）

である。

【発明の詳細な説明】

【00001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ズームレンズに関するものであり、更に詳しくは、特にデジタルスチルカメラに適した、小型で安価なズームレンズに関するものである。

【00002】

【従来の技術】 近年、パーソナルコンピュータの普及に伴い、フロッピーディスク等に手軽に画像を取り込めるデジタルスチルカメラが普及してある。このようなデジタルスチルカメラの普及に伴い、より安価なデジタルスチルカメラが求められてきており、撮影光学系にもより一層のコストダウンが要望されている。一方、光電変換素子の画素数は年々増加の傾向にあり、撮影光学系にはより高性能なものが求められているので、コストカットと高性能化という、相反する要求に応えていく必要がある。

【00003】 こゝため、従来より、例えは特開平1-1019193号公報、特開平1-191820号公報に記載されている如く、負のパワーを持つ第1群と、正のパワーをそれぞれ持つ第2群、第3群とより成り、プラスチックレンズを使用していると思われる光学系の構成が開示されている。

【00004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記各公報に開示されているような構成では、まだまだ小型、

高性能化、コストダウンの余地が残されている。本発明は、このような問題点に鑑み、負正2成分ズームにプラスチックレンズを効果的に配する事により、特にデジタルスチルカメラに適した、小型、高画質で安価なズームレンズを提供する事を目的とする。

【00005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには、本発明では、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【00006】

$-0.1 < S - C_P - (N_1 - N_2) < \phi W < 0.1$ S
 $-0.15 < M_3 - M_2 < 0.90$ (但し、 $\phi T = \phi W$)
 < 1.6)

但し、

ϕP ：プラスチックレンズ曲率

ϕW ：広角端での全系のパワー

N_1 ：非球面の物体側媒質の直線の屈折率

N_2 ：非球面の像側媒質の直線の屈折率

M_3 ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を一とする）

M_2 ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を一とする）

ϕT ：望遠端での全系のパワー

である。

【00007】また、物体側から順に、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第1レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【00008】 $\phi P_1 - \phi P_2 < 1.20$

$0.20 < \phi T = \phi W < 0.70$

$-0.15 < M_3 - M_2 < 0.90$ (但し、 $\phi T = \phi W$)
 < 1.6)

但し、

ϕP ：プラスチックレンズのパワー

ϕP_1 ：第1レンズ群のパワー

ϕW ：広角端での全系のパワー

M_3 ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を一とする）

M_2 ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を一とする）

ϕT ：望遠端での全系のパワー

である

【00009】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【00010】

$\phi P_1 - \phi P_2 < 1.5$

$0.25 < \phi T = \phi W < 0.75$

但し、

ϕP ：プラスチックレンズのパワー

ϕP_1 ：第2レンズ群のパワー

ϕW ：広角端での全系のパワー

である

【00011】また、物体側から順に、負のパワーを有する第1レンズ群と、正のパワーを有する第2レンズ群と、正のパワーを有する第3レンズ群とで構成され、少なくとも2つのレンズ群が移動し、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、及び第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第3レンズ群を構成するレンズの内、少なくとも1枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【00012】 $-0.30 < M_3 - M_2 < 0.90$

$\phi P_1 - \phi P_2 < 1.70$

$0.1 < \phi T = \phi W < 0.60$

但し、

M_3 ：第3レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を一とする）

M_2 ：第2レンズ群の移動量（広角端を基準にして物体側を一とする）

ϕP ：プラスチックレンズのパワー

ϕP_1 ：第3レンズ群のパワー

ϕW ：広角端での全系のパワー

である

【00013】そして、前記各レンズ群のプラスチックレンズが以下の条件式を満足する構成とする。

$1.4 < \sum \phi P_i / (\phi W \cdot h_1) < 1.4$

但し、

ϕP_i ：i番目のプラスチックレンズのパワー

h_1 ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1 = 0$ 。

高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での 1 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さである

【0014】また、物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群とで構成され、少なくとも 2 つのレンズ群が移動し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔、及び第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第 1 レンズ群及び第 2 レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも 1 枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0015】

$$-1.4 < \sum \log P_1 / \log W_1 < 1.4$$

$$0.5 < 1.0 \log (\beta_2 T / \beta_2 W) / \log Z < 2.2$$

但し、

$\log P_1$ ：1 番目のプラスチックレンズのパワー
 $\log W_1$ ：広角端での全系のパワー

$\beta_2 T$ ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1 = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での 1 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ
 $\beta_2 W$ ：広角端での第 2 レンズ群の横倍率

$\beta_2 T$ ：望遠端での第 2 レンズ群の横倍率

$\log Z$ ：ズーム比

$\log Z$ ：自然対数（但し条件式では比を取っているので、底数は限定されない）

である。

【0016】また、物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、少なくとも 1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群とで構成され、少なくとも 2 つのレンズ群が移動し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔、及び第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第 1 レンズ群及び第 3 レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも 1 枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0017】

$$-1.4 < \sum \log P_1 / \log W_1 < 1.4$$

$$-1.2 < 1.0 \log (\beta_3 T / \beta_3 W) / \log Z < 0.5$$

但し、

$\log P_1$ ：1 番目のプラスチックレンズのパワー
 $\log W_1$ ：広角端での全系のパワー

$\beta_3 T$ ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1 = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での 1 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ

$\beta_3 W$ ：広角端での第 3 レンズ群の横倍率

$\beta_3 T$ ：望遠端での第 3 レンズ群の横倍率

Z ：ズーム比

$\log Z$ ：自然対数（但し条件式では比を取っているので、底数は限定されない）

である。

【0018】また、物体側から順に、負のパワーを有する第 1 レンズ群と、少なくとも 1 枚の正レンズと 1 枚の負レンズとから成り、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、正のパワーを有する第 3 レンズ群とで構成され、少なくとも 2 つのレンズ群が移動し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群との間隔、及び第 2 レンズ群と第 3 レンズ群との間隔を変える事により、変倍を行うズームレンズであって、前記第 2 レンズ群及び第 3 レンズ群を構成するレンズの内、それぞれ少なくとも 1 枚がプラスチックレンズであるとともに、以下の条件式を満足する構成とする。

【0019】

$$-1.4 < \sum \log P_1 / \log W_1 < 1.1 < 1.4$$

$$0.75 < 1.0 \log (\beta_3 T / \beta_3 W) / \log (P_2 W) < 0.65$$

但し、

$\log P_1$ ：1 番目のプラスチックレンズのパワー

$\log W_1$ ：広角端での全系のパワー

$\beta_3 T$ ：近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1 = 0$ 、高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での 1 番目のプラスチックレンズへの近軸軸上光線の物体側面入射高さ
 $\beta_3 W$ ：広角端での第 3 レンズ群の横倍率

$P_2 W$ ：望遠端での第 2 レンズ群の横倍率

$\beta_2 T$ ：望遠端での第 2 レンズ群の横倍率

$\beta_3 W$ ：広角端での第 3 レンズ群の横倍率

$\beta_3 T$ ：望遠端での第 3 レンズ群の横倍率

$\log Z$ ：自然対数（但し条件式では比を取っているので、底数は限定されない）

である。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図 1 ～ 図 4 は、それぞれ第 1 ～ 第 4 の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示している。各図の左側が物体側、右側が像側である。尚、各図中の矢印は、ズーム時の各レンズ群の広角端から望遠端への移動の様子を模式的に表したものである。破線で表す矢印は、移動しない事を示している。また、各図はそのズーム時の広角端の状態を示している。そして、各図に示すように、各実施形態は負正正 3 成分ズームであり、物体側から順に、第 1 レンズ群 G1, 第 2 レンズ群 G2, 第 3 レンズ群 G3 から構成され、少なくとも 2 つのレンズ群が移動するタイプである。

【0021】G1 は全体として負のパワーを有する。また、G2 及び G3 は全體として正のパワーを有する。物体側から順に、1 枚目～8 枚目のレンズをそれぞ

れG1～G8とする。各実施形態の各レンズ群は、それそれこれらのレンズを適宜組み合わせた構成となっている。そして、G12には絞りSが含まれている。尚、像側端部の平行平板はローバスフィルターLPFである。

【0022】図1に示すように、第1の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び6枚目(G6)のレンズがプラスチックレンズである。また、図2に示すように、第2の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

【0023】さらに、図3に示すように、第3の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。また、図4に示すように、第4の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。また、図5に示すように、第5の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

$$-0.8 \leq C_p \leq (N - N) \quad (1)$$

但し、

C_p ：プラスチックレンズ曲率

ϕW ：広角端での全系のパワー

N ：非球面の物体側媒質のd線の屈折率

N' ：非球面の像側媒質のd線の屈折率

である。

【0027】条件式(1)は、プラスチックレンズの面のパワーを規定する式である。面のパワーが強すぎると、温度変化に伴う面形状の変化により、諸収差が劣化する。この条件式の下限値以下になると、負のパワーが

$$-0.45 \leq M_3 \leq M_2 \leq 0.90 \quad (2)$$

但し

M_3 ：第3レンズ群の移動量(広角端を基準にして物体側を-とする)

M_2 ：第2レンズ群の移動量(広角端を基準にして物体側を-とする)

である。

【0029】条件式(2)は、第2レンズ群と第3レンズ群の移動量の比を規定する式であり、変倍を効率よく行うためには第2、第3レンズ群の移動量を適切にするための条件である。従って、ズーム比を確保する必要がある光学系に有効であり

$\phi W = 1.6$

を満たす事が更に望ましい。但し、

$$-0.30 \leq M_3 - M_2 \leq 0.90 \quad (2)$$

を望む事が望ましい。

【0030】また、第1レンズ群にプラスチックレンズ

$$\phi P - \phi 1 \leq 1.20$$

但し、

ϕP ：プラスチックレンズのパワー

【0024】また、図6に示すように、第6の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から2枚目(G2)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。また、図7に示すように、第7の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、5枚目(G5)、6枚目(G6)、及び7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

【0025】さらに、図8に示すように、第8の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、5枚目(G5)、6枚目(G6)、7枚目(G7)及び8枚目(G8)のレンズがプラスチックレンズである。最後に、図9に示すように、第9の実施形態では、同団の斜線で示す物体側から2枚目(G2)、6枚目(G6)、7枚目(G7)のレンズがプラスチックレンズである。

【0026】以下に、光学系にハンドルを望ましい条件を記す。上記各実施形態の光学系は、以下の条件式(1)を満足する事が望ましい。

$$\phi W \leq 0.8 \quad (1)$$

強くなりすぎ。逆に、上限値以上になると、面のパワーが強くなりすぎるとため、第1レンズ群のプラスチックレンズの場合、主に温度変化に伴う像面弯曲の変動が大きくなる。また、第2レンズ群のプラスチックレンズの場合、主に温度変化に伴う球面収差の変動が大きくなる。そして、第3レンズ群のプラスチックレンズの場合、主に温度変化に伴う球面収差、及び周辺光束のコマ収差の変動が大きくなる。

【0028】各実施形態の光学系は、以下の条件式

(2)を満足する事が望ましい。

$$-0.45 \leq M_3 \leq M_2 \leq 0.90 \quad (2)$$

但し：望遠端での全系のパワーである。

【0030】条件式(2)の下限値以下になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及び周辺光束のコマ収差の変動が著しくなる。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群の移動量が増大し、広角側での周辺照度確保のため、前玉径の増大を招くとともに、第2レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差の変動が大きくなる。

【0031】また、第3レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、第3レンズ群の収差補正能力が低下する傾向にあるので、上記条件式(2)の範囲を縮小して、

$$-0.30 \leq M_3 - M_2 \leq 0.90 \quad (2)$$

を用いる場合、以下の条件式(3)を満足する事が望ましい。

$$\phi 1 : 第1レンズ群のパワー$$

である。

【0033】条件式(3)は、第1レンズ群のパワーと第1レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限値以上になると、温度変化による像面湾曲、特に広角側での像面湾曲の変動が大きくなる。また、第1レンズ群で生じる

$$|\phi P / \phi 2| \leq 2.5$$

但し、

すこ：第2レンズ群のパワー
である。

【0035】条件式(4)は、第2レンズ群のパワーと第2レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限値以上に

$$|\phi P / \phi 3| \leq 1.70$$

但し、

すこ：第3レンズ群のパワー
である。

【0037】条件式(5)は、第3レンズ群のパワーと第3レンズ群に含まれるプラスチックレンズのパワーとの比を規定する式であり、温度変化に伴う収差変動を適切に保つための条件である。この条件式の上限値以上になると、温度変化による球面収差、及び周辺光束のコマ収差の変動が大きくなる。また、第3レンズ群で生じる収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚

$$0 \leq |\phi P / \phi A| \leq 0.45$$

但し、

すこ：プラスチックレンズを含むレンズ群のパワー
である。無論、この条件式の上限値以上となるプラスチックレンズに非球面を設けても差し支えない。

$$1.10 \leq (|X_1| + |X_2|) / (C_1 (N_1 - N_2) + |X_1|) \leq 0.10$$

【0041】但し、

C_1 ：非球面の基準球面曲率

N_1 ：非球面の像側媒質の屈線の屈折率

N_2 ：非球面の物体側媒質の屈線の屈折率

X_1 ：非球面の光軸と垂直方向高さでの光軸方向の変位量（物体側方向）

X_2 ：非球面基準球面の光軸と垂直方向高さでの光軸方向の変位量（物体側方向）

f_1 ：第1レンズ群の焦点距離

である。

【0042】条件式(7)の下限値以下になると、広角側特に近接時の正の歪曲収差が大きくなるとともに

$$-0.35 \leq (|X_1| + |X_2|) / (C_1 (N_1 - N_2) + |X_1|) \leq -0.05$$

但し、

すこ：第2レンズ群の焦点距離
である。

【0044】条件式(8)は、非球面が第2レンズ群の

収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとを設ける事が望ましい。

【0034】また、第2レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、以下の条件式(4)を満足する事が望ましい。

$$(4)$$

なると、温度変化による球面収差、特に望遠側での球面収差の変動が大きくなる。また、第2レンズ群で生じる収差補正に関しては、少なくとも1枚の正レンズと1枚の負レンズとを設ける事が望ましい。

【0036】また、第3レンズ群にプラスチックレンズを用いる場合、以下の条件式(5)を満足する事が望ましい。

$$(5)$$

の負レンズとを設ける事が望ましい。

【0038】条件式(3)、(4)、(5)についてでは、下限値を規定していないが、条件式の値が小さくなるという事は、プラスチックレンズのパワーが弱くなる事を意味し、温度変化による収差変動に対しても望ましい方向である。しかし、常温時の収差補正に対しては効果がなく、プラスチックレンズを設けている意味がなくなるので、プラスチックレンズが以下の条件式(6)を満足する場合、非球面を必ず設ける事が必要である。

【0039】

$$(6)$$

【0040】以上のように非球面を設ける場合、以下の条件式を満足する事が望ましい。まず、第1レンズ群よりプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(7)を満足する事が望ましい。

$$-0.10 \leq (|X_1| + |X_2|) / (C_1 (N_1 - N_2) + |X_1|) \leq 0.10$$

に、像面のオーバー側への倒れが大きくなる。逆に、上限値以上になると、非球面の効果が殆ど得られず、非球面を設ける意味が無くなり、広角側、特に近接時の負の歪曲収差、像面のアンダー側への倒れが補正不足となる。尚、第1レンズ群に非球面が複数ある場合、少なくともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足していないても差し支えない。

【0043】次に、第2レンズ群のプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(8)を満足する事が望ましい。

$$-0.12 \leq (|X_1| + |X_2|) / (C_1 (N_1 - N_2) + |X_1|) \leq -0.05$$

正のパワーを弱めるような形状である事を意味しており、主に球面収差を適切に補正するための条件である。この条件式の下限値以下になると、主に望遠側での球面収差のオーバー傾向が著しくなる。逆に、上限値以上に

なると、非球面の効果が殆ど得られず、非球面を設ける意味が無くなり、主に望遠側での球面収差が補正不足となる。尚、第2レンズ群に非球面が複数ある場合、少なくともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足してい

$$-0.70 < (|X_1| - |X_0|) / (C_1(N' - N) - C_3) < 0.01 \quad (9)$$

但し、

1.3: 第3レンズ群の焦点距離である

【0046】条件式(9)は、非球面が第3レンズ群の正面のパワーを弱めるような形状である事を意味しており、球面収差と周辺光束のコマ収差を適切に補正するための条件である。この条件式の下限値以下になると、球面収差のオーバー傾向及び周辺光束のコマ収差が著しくなる。逆に、上限値以上になると、非球面の効果が殆ど

$$0.20 < |X_1| / W < 0.70 \quad (10)$$

条件式(10)は、第1レンズ群のパワーを規定する式であり、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件である。この条件式の下限値以下になると、第1レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆に、上限値以上になると、第1レンズ群のパワーが強くなりすぎるため、収差劣化、特にオーバー側への像面の倒れが

$$0.25 < |X_2| / W < 0.75 \quad (11)$$

条件式(11)は、第2レンズ群のパワーを規定する式であり、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件である。条件式(11)の下限値以下になると、第2レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆に、上限値以上になると、第2レンズ群のパワーが強くなりすぎるため、収差劣化、特に球面収差のアンダー傾向が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難となり、レンズ枚数の増加を招く。

$$0.1 < |X_3| / W < 0.60 \quad (12)$$

条件式(12)は、第3レンズ群のパワーを規定する式であり、収差補正及び光学系の大きさを適切に保つための条件である。条件式(12)の下限値以下になると、第3レンズ群のパワーが弱くなりすぎるため、収差補正には有利であるが、全長及び前玉径の増大を招く。逆に、上限値以上になると、第3レンズ群のパワーが強くなりすぎるため、収差劣化、特に球面収差のアンダー傾向が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難

$$1 - 1 / \sum P_i < W / h_i < 1.4 \quad (13)$$

但し、

1.4: 1番目(1)プラスチックレンズのパワー
1.5: 近軸追跡における初期条件を換算傾角 $\alpha_1 = 0$ 、
高さ $h_1 = 1$ としたときの、望遠端での1番目のプラスチックレンズの近軸上光線の物体側面入射高さである

【0047】条件式(13)は、温度変化に伴うレンズバッケの影響度の範囲である。従って、プラスチックレンズを複数枚使用する際には、各々影響度を打ち消し合うように、正レンズと負レンズとを含む事が望ましい。この条件式の下限値以下になると、負のパワーを有するプラスチックレンズの温度変化によるバッケ変動が大きくなり、逆に、上限値以上になると、正のパワーを有するプラスチックレンズの温度変化によるバッケ変動が大きくなるため、いず

なくとも差し支えない。

【0048】また、第3レンズ群のプラスチックレンズに非球面を設ける場合、以下の条件式(9)を満足する事が望ましい。

得られず、非球面を設ける意味が無くなり、球面収差及び周辺光束のコマ収差が補正不足となる。尚、第3レンズ群に非球面が複数ある場合、少なくともその1面がこの条件式を満足していれば良く、他の面は他の収差との兼ね合いでこの条件式を満足していなくとも差し支えない。

【0049】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(10)を満足する事が望ましい。

著しくなるとともに、広角側での樽型の歪曲収差が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難となり、レンズ枚数の増加を招く。

【0050】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(11)を満足する事が望ましい。

なりすぎるため、収差劣化、特に球面収差のアンダー傾向が著しくなり、屈折率が低く、分散値が限定されるプラスチックレンズを用いると、十分に補正する事が困難となり、レンズ枚数の増加を招く。

【0051】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(12)を満足する事が望ましい。

となり、レンズ枚数の増加を招く。

【0052】また、条件式(10)、(11)、(12)の上限値以上になると、プラスチックレンズのパワーが強くなる傾向にあるので、条件式(3)と(10)、条件式(4)と(11)、条件式(5)と(12)は同時に満たす事が更に望ましい。

【0053】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式(13)を満足する事が望ましい。

・レンズの温度変化に伴うレンズバッケの影響度の範囲である。従って、プラスチックレンズを複数枚使用する際には、各々影響度を打ち消し合うように、正レンズと負レンズとを含む事が望ましい。この条件式の下限値以下になると、負のパワーを有するプラスチックレンズの温度変化によるバッケ変動が大きくなり、逆に、上限値以上になると、正のパワーを有するプラスチックレンズの温度変化によるバッケ変動が大きくなるため、いず

れの場合も、温度変化に応じてレンズバックを補正するための機構が必要となる。

$$0.5 \leq \log(\beta_2 T / \beta_2 W) \leq 1.0 \log Z \leq 2.2 \quad (14)$$

但し、

$\beta_2 W$ ：広角端での第2レンズ群の横倍率

$\beta_2 T$ ：望遠端での第2レンズ群の横倍率

Z ：ズーム比

\log ：自然対数（但し条件式では比を取っているので、底数は限定されない）
である。

【0054】本発明のズーム、タウフでは、第2レンズ群の変倍負担が最も大きい。変倍負担が大きくなると、変倍に伴う収差劣化もそれに応じて大きくなるので、良好に収差補正を行うには、変倍負担を複数のレンズ群で分担させる事が効率的である。条件式（14）は、本発明

$$-1.2 \leq \log(\beta_3 T / \beta_3 W) \leq 1.0 \log Z \leq 0.5 \quad (15)$$

但し、

$\beta_3 W$ ：広角端での第3レンズ群の横倍率

$\beta_3 T$ ：望遠端での第3レンズ群の横倍率

である。

【0057】条件式（15）は、第3レンズ群の変倍負担を規定する式である。この条件式がマイナスになると、この事は、減倍している事を意味しており、変倍に関しては不利となるが、変倍時に移動する事により、変倍時の他のレンズによる収差劣化を補正する効果がある。こ

$$-0.75 \leq \log(\beta_2 T / \beta_2 W) \leq 1.0 \log(\beta_3 T / \beta_3 W) \leq 0.65 \quad (16)$$

条件式（16）は、第2レンズ群と第3レンズ群の変倍負担の比を規定する式である。この条件式の下限値以下になると、第3レンズ群の横倍率に伴う第2レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差の変動が大きくなる。逆に、上限値以上になると、第3レンズ群の変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍による球面収差、及びコマ収差の変動が大きくなる。

【0059】以下、本発明に係る画面サイズ変換光学系の構成を、コンストラクションデータ、収差図等を挙げて、更に具体的に示す。尚、以下に挙げる実施例1～9は、前述した第1、第2の実施形態にそれぞれ対応しており、第1～第2の実施形態を表すレンズ構成図（図1～図9）は、対応する実施例1～9のレンズ構成をそれぞれ示している。

【0060】各実施例において、 r_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は、物

$$X = X_0 + \sum A_i Y^i \quad \dots \quad (a)$$

$$X_0 = C Y^0 + 1 \quad (1) \quad C = (Y^0)^{1/2} \quad \dots \quad (b)$$

但し、

X ：光軸方向の基準面からの変位量

Y ：光軸と垂直な方向の高さ

C ：近軸曲率

【実施例1】

$$f = 5.4 \text{mm} \sim 7.5 \text{mm} \sim 10.5 \text{mm} \quad (\text{全系焦点距離})$$

【0053】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式（14）を満足する事が望ましい。

$$0.5 \leq \log(\beta_2 T / \beta_2 W) \leq 1.0 \log Z \leq 2.2 \quad (14)$$

のスーパー・タイプとしては変倍負担が最も大きい第2レンズ群の変倍負担を規定する式である。

【0055】この条件式の下限値以下になると、第2レンズ群の変倍負担が小さくなり過ぎるため、第2レンズ群の収差補正には有利であるが、光学系として他の群の収差負担に影響があり、結局他の群のレンズ枚数が増えたり光学系全体が大きくなったりする。逆に、上限値以上になると、変倍負担が大きくなり過ぎるため、主に変倍による球面収差の変動が大きくなる。

【0056】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式（15）を満足する事が望ましい。

$$-1.2 \leq \log(\beta_3 T / \beta_3 W) \leq 1.0 \log Z \leq 0.5 \quad (15)$$

この条件式の下限値以下になると、減倍し過ぎるため、結局他のレンズ群でその分を補う必要があり、他のレンズ群のレンズ枚数の増加や光学系全体の全長増加を招く。逆に、上限値以上になると、変倍負担が大きくなり過ぎるため、変倍により球面収差及びコマ収差の変動が大きくなる。

【0058】また、各実施形態の光学系は、以下の条件式（16）を満足する事が望ましい。

体側から数えて1番目の面及びその曲率半径を示し、 d_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は、物体側から数えて1番目の離上面間隔を示し、 M_i ($i=1, 2, 3, \dots$)、 ν_i ($i=1, 2, 3, \dots$) は、それぞれ物体側から数えて1番目のレンズの1線に対する屈折率、ワッペ数を示す。また、実施例中の全系の焦点距離 f 、及び全系のファンバー (N)、並びに第1レンズ群と第2レンズ群との間隔、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔、及び第3レンズ群と1.5倍との間隔は、左から順に、広角端 (W)、中間焦点距離 (M)、望遠端 (T) でのそれらの値に対応している。尚、各実施例中、曲率半径に \pm 印を付した面は、非球面で構成された面である事を示し、非球面の面形状を表す式は、以下に定義する。

【0061】

$$X = X_0 + \sum A_i Y^i \quad \dots \quad (a)$$

$$X_0 = C Y^0 + 1 \quad (1) \quad C = (Y^0)^{1/2} \quad \dots \quad (b)$$

ε ：2次曲面パラメータ

A_i ：1次の非球面係数

である。

【0062】

FNO=2.74 ~3.11 ~3.60 (Fナンバー)
 (曲率半径) (軸上面間隔) (屈折率(Nd)) (アッペ数(レ d))
 r1= 13.380 d1= 0.650 N1=1.75450 ν1= 51.57
 r2= 5.890 d2= 1.499
 r3*= 12.328 d3= 1.400 N2=1.52510 ν2= 56.38
 r4= 5.632 d4= 1.632
 r5= 7.068 d5= 1.753 N3=1.84777 ν3= 27.54
 r6= 10.246 d6= 10.406 ~5.264 ~1.500
 r7= ∞ (絞り) d7= 1.500
 r8= 5.643 d8= 1.901 N4=1.70073 ν4= 46.15
 r9= -74.805 d9= 0.921
 r10=-12.842 d10= 0.00 N5=1.72145 ν5= 25.50
 r11= 5.928 d11= 0.400
 r12*=11.144 d12= 2.170 N6=1.52510 ν6= 56.38
 r13= -9.099 d13= 1.000 ~3.519 ~7.154
 r14= 11.107 d14= 3.161 N7=1.51680 ν7= 64.20
 r15= 56.703 d15= 0.790
 r16= ∞ d16= 3.400 N8=1.54426 ν8= 59.60
 r17= ∞

【0063】[第3面(r3)の非球面係数] ε= 0.10000×10
 ε= 0.10000×10
 A4= 0.38905×10⁻³ A4=-0.13386×10⁻⁴
 A6= 0.24379×10⁻³ A6=-0.11975×10⁻⁴
 A8= 0.38282×10⁻³ A8=-0.53773×10⁻⁵

【0064】[第12面(r12)の非球面係数]

〔実施例2〕

f=5.4mm ~7.5mm~10.5mm (全系焦点距離)
 FNO=2.73 ~3.10 ~3.60 (Fナンバー)
 (曲率半径) (軸上面間隔) (屈折率(Nd)) (アッペ数(レ d))
 r1= 14.718 d1= 0.650 N1=1.75450 ν1= 51.57
 r2= 6.639 d2= 1.397
 r3*= 11.594

r3= 1.400 N2=1.52510 $\nu_2= 56.38$
 r4= 5.294
 d4= 1.465
 r5= 6.937
 d5= 1.858 N3=1.84759 $\nu_3= 26.85$
 r6= 10.034
 d6=10.621 ~ 5.340 ~ 1.500
 r7= ∞ (絞り)
 d7= 1.500
 r8= 6.969
 d8= 2.905 N4=1.85000 $\nu_4= 40.04$
 r9= -11.743
 d9= 0.210
 r10= -8.399
 d10= 1.855 N5=1.72131 $\nu_5= 25.51$
 r11= 5.522
 d11= 0.400
 r12= 11.032
 d12= 2.012 N6=1.75450 $\nu_6= 51.57$
 r13=-21.657
 d13= 1.600 ~ 3.398 ~ 6.919
 r14*= 8.530
 d14= 3.241 N7=1.52510 $\nu_7= 56.38$
 r15= 29.000
 d15= 0.676
 r16= ∞
 d16= 3.400 N8=1.54425 $\nu_8= 69.60$
 r17= ∞

【0065】[第3面(r3)の非球面係数] $\epsilon = 0.10000 \times 10$
 $\epsilon = 0.10000 \times 10$ $A4=-0.23473 \times 10^{-3}$
 $A4= 0.35342 \times 10^{-3}$ $A6= 0.43912 \times 10^{-5}$
 $A6= 0.71258 \times 10^{-6}$ $A8= 0.10409 \times 10^{-6}$
 $A8= 0.33647 \times 10^{-6}$ 【0066】

【第14面(r14)の非球面係数】
 【実施例3】
 f=5.4mm ~ 7.5mm ~ 10.5mm (全系焦点距離)
 FNo=2.75 ~ 5.10 ~ 3.60 (Fナンバー)
 【曲率半径】【軸上面間隔】【屈折率(Nd)】【アーベ数(νd)】
 r1*= 14.652
 d1= 1.200 N1=1.58340 $\nu_1= 30.23$
 r2= 8.189 d2= 1.623
 r3= 26.068 d3= 0.910 N2=1.79271 $\nu_2= 45.90$
 r4= 5.496 d4= 1.179
 r5= 7.350 d5= 1.921 N3=1.84666 $\nu_3= 23.82$
 r6= 15.373 d6=10.224 ~ 5.176 ~ 1.500

r7= ∞ (絞り)
 d7= 1.500
 r8= 7.124
 d8= 3.411 N4=1.85000 ν 4= 40.04
 r9= -11.538
 d9= 0.154
 r10= -8.339
 d10= 1.713 N5=1.72418 ν 5= 25.37
 r11= 5.686
 d11= 0.401
 r12= 10.731
 d12= 2.078 N6=1.75450 ν 6= 51.57
 r13= -18.326
 d13= 1.000 \sim 3.307 \sim 6.708
 r14*= 8.148
 d14= 3.002 N7=1.52510 ν 7= 56.38
 r15= 16.995
 d15= 0.795
 r16= ∞
 d16= 3.400 N8=1.54426 ν 8= 69.60
 r17= ∞

【0067】[第1面(r1)の非球面係数]

$\epsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.15951 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.14779 \times 10^{-5}$
 $A8 = 0.56026 \times 10^{-7}$

$\epsilon = 0.10000 \times 10$

$A4 = 0.27776 \times 10^{-3}$

$A6 = 0.23365 \times 10^{-5}$

$A8 = 0.19731 \times 10^{-6}$

【0068】

[第14面(r14)の非球面係数]

《実施例4》

$f = 5.4\text{mm} \sim 7.5\text{mm} \sim 10.5\text{mm}$ (全系焦点距離)
 $FNo = 2.73 \sim 3.10 \sim 3.60$ (Fナンバー)
 [曲率半径] [鞋上面間隔] [屈折率(Nd)] [アーペ数(νd)]
 r1= 52.355
 d1= 1.110 N1=1.72677 ν 1= 52.55
 r2= 6.927
 d2= 3.324
 r3*= 23.902
 d3= 1.940 N2=1.58340 ν 2= 50.23
 r4=-100.448
 d4= 14.827 \sim 7.138 \sim 1.500
 r5= ∞ (絞り)
 d5= 1.500
 r6= 5.036
 d6= 3.330 N3=1.77742 ν 3= 47.95
 r7= -12.596
 d7= 0.234
 r8= -10.596
 d8= 0.800 N4=1.79850 ν 4= 22.60
 r9= 16.524
 d9= 0.740
 r10= -7.142

$d10 = 1.200 \quad N5 = 1.58340 \quad \nu_5 = 30.23$
 $r11* = -26.834$
 $d11 = 1.000 \sim 2.921 \sim 5.663$
 $r12 = 15.086$
 $d12 = 2.090 \quad N6 = 1.48749 \quad \nu_6 = 70.44$
 $r13 = -14.941$
 $d13 = 0.500$
 $r14 = \infty$
 $d14 = 3.400 \quad N7 = 1.54426 \quad \nu_7 = 69.60$
 $r15 = \infty$

【0069】 [第3面(r3)の非球面係数]
 $\varepsilon = 0.10000 \times 10$
 $A4 = 0.24908 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.62198 \times 10^{-7}$
 $A8 = 0.10295 \times 10^{-6}$
【0070】

[第11面(r11)の非球面係数]

《実施例5》

$f = 5.4 \text{mm} \sim 7.5 \text{mm} \sim 10.5 \text{mm}$ (全系焦点距離)
 $FNO = 2.75 \sim 3.11 \sim 3.60$ (Fナンバー)
 (曲率半径) (軸上面間隔) (屈折率(Nd)) (アーベ数(νd))
 $r1* = 17.928$
 $d1 = 1.200 \quad N1 = 1.58340 \quad \nu_1 = 30.23$
 $r2 = -9.608$
 $d2 = 1.325$
 $r3 = 19.410$
 $d3 = 0.900 \quad N2 = 1.80280 \quad \nu_2 = 44.68$
 $r4 = -5.204$
 $d4 = 1.288$
 $r5 = -7.294$
 $d5 = 1.940 \quad N3 = 1.84060 \quad \nu_3 = 23.82$
 $r6 = 14.586$
 $d6 = 10.102 \sim 5.348 \sim 1.500$
 $r7 = \infty$ (絞り)
 $d7 = 1.500$
 $r8 = -6.594$
 $d8 = 4.206 \quad N4 = 1.81063 \quad \nu_4 = 43.80$
 $r9 = -10.411$
 $d9 = 0.208$
 $r10 = -7.270$
 $d10 = 0.600 \quad N5 = 1.70098 \quad \nu_5 = 26.53$
 $r11 = -5.447$
 $d11 = 0.504$
 $r12 = 10.684$
 $d12 = 2.002 \quad N6 = 1.75450 \quad \nu_6 = 51.57$
 $r13 = -20.769$
 $d13 = 1.000 \sim 3.880 \sim 6.796$
 $r14* = 6.351$
 $d14 = 2.209 \quad N7 = 1.52510 \quad \nu_7 = 56.38$
 $r15 = 12.184$
 $d15 = 1.055 \sim 0.800 \sim 1.967$

r16= ∞ d16= 3.400 N8=1.54426 ν 8= 69.60r17= ∞

【0071】[第1面(r1)の非球面係数]

 $\epsilon = 0.1000 \times 10$ $A4 = 0.19398 \times 10^{-3}$ $A6 = 0.47895 \times 10^{-6}$ $A8 = 0.46069 \times 10^{-7}$ $\epsilon = 0.10000 \times 10$ $A4 = -0.37579 \times 10^{-8}$ $A6 = -0.11089 \times 10^{-5}$ $A8 = 0.87379 \times 10^{-7}$

【0072】

【第1-4面(r14)の非球面係数】

《実施例6》

 $f = 5.4 \text{mm} \sim 7.5 \text{mm} \sim 10.5 \text{mm}$ (全系焦点距離)FNO=2.97 $\sim 3.27 \sim 3.60$ (ドナンバー)

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アーベ数(νd)]

r1=-112.214

d1= 1.200 N1=1.63347 ν 1= 56.87

r2= 7.682

d2= 1.473

r3*= 17.799

d3= 2.175 N2=1.58349 ν 2= 30.23

r4= 274.200

d4= 16.482 $\sim 8.078 \sim 1.500$ r5= ∞ (鏡り)

d5= 1.500

r6= 5.060

d6= 2.164 N3=1.84746 ν 4= 40.25

r7= -15.255

d7= 0.208

r8= -13.752

d8= 0.800 N4=1.79850 ν 5= 22.60

r9= 7.640

d9= 0.352

r10*= 8.419

d10= 1.200 N5=1.58349 ν 6= 30.23

r11= 4.760

d11= 1.000 $\sim 1.802 \sim 2.803$

r12= 40.534

d12= 2.262 N6=1.51838 ν 7= 66.35

r13*= -6.756

d13= 1.131 $\sim 2.007 \sim 3.472$ r14= ∞ d14= 3.400 N7=1.54426 ν 8= 69.60r15= ∞

【0073】[第3面(r3)の非球面係数]

 $\epsilon = 0.1000 \times 10$ $A4 = 0.24372 \times 10^{-3}$ $A6 = -0.10397 \times 10^{-5}$ $A8 = 0.84837 \times 10^{-7}$ $A6 = -0.17279 \times 10^{-3}$ $A8 = -0.80824 \times 10^{-5}$

【第13面(r13)の非球面係数】

 $\epsilon = 0.10000 \times 10$ $A4 = 0.11613 \times 10^{-3}$

【第10面(r10)の非球面係数】

 $\epsilon = 0.1000 \times 10$ $A4 = -0.35107 \times 10^{-3}$ $A6 = -0.34635 \times 10^{-4}$ $A8 = 0.66386 \times 10^{-6}$

【0074】

実施例7)

$f = 5.4\text{mm} \sim 8.0\text{mm} \sim 12.0\text{mm}$ (全系焦点距離)
 $FNO = 2.55 \sim 2.95 \sim 3.60$ (Fナンバー)
 (曲率半径) (軸上面間隔) (屈折率(Nd)) (アッペ数(レ d))
 $r1 = 64.355$ $d1 = 0.650$ $N1 = 1.48749$ $\nu 1 = 70.44$
 $r2 = 9.616$ $d2 = 1.136$
 $r3 = 15.072$ $d3 = 1.400$ $N2 = 1.52510$ $\nu 2 = 56.38$
 $r4 = 6.352$ $d4 = 1.939$
 $r5 = 8.584$ $d5 = 2.060$ $N3 = 1.84877$ $\nu 3 = 32.01$
 $r6 = 12.547$ $d6 = 15.531 \sim 7.207 \sim 1.500$
 $r7 = \infty$ (絞り) $d7 = 1.500$
 $r8 = 5.666$ $d8 = 3.346$ $N4 = 1.75450$ $\nu 4 = 51.57$
 $r9 = -8.847$ $d9 = 0.100$
 $r10 = -7.390$ $d10 = 0.600$ $N5 = 1.58340$ $\nu 5 = 30.23$
 $r11 = 4.818$ $d11 = 0.400$
 $r12 = 6.048$ $d12 = 2.459$ $N6 = 1.52510$ $\nu 6 = 56.38$
 $r13 = 9.906$ $d13 = 1.000 \sim 3.334 \sim 6.995$
 $r14 = 11.941$ $d14 = 1.979$ $N7 = 1.52510$ $\nu 7 = 56.38$
 $r15 = -29.285$ $d15 = 0.500$
 $r16 = \infty$ $d16 = 3.400$ $N8 = 1.51426$ $\nu 8 = 69.60$
 $r17 = \infty$

【0075】(第3面(r3)の非球面係数)

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.17978 \times 10^{-3}$$

$$A6 = -0.30828 \times 10^{-2}$$

$$A8 = 0.71904 \times 10^{-7}$$

【第12面(r12)の非球面係数】

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = -0.18066 \times 10^{-2}$$

$$A6 = -0.54257 \times 10^{-4}$$

$$A8 = -0.76508 \times 10^{-5}$$

【第15面(r15)の非球面係数】

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4 = 0.29556 \times 10^{-3}$$

$$A6 = -0.62953 \times 10^{-5}$$

$$A8 = -0.77785 \times 10^{-2}$$

【0076】

実施例8)

$f = 5.4\text{mm} \sim 8.8\text{mm} \sim 14.0\text{mm}$ (全系焦点距離)
 $FNO = 2.34 \sim 2.84 \sim 3.60$ (Fナンバー)
 (曲率半径) (軸上面間隔) (屈折率(Nd)) (アッペ数(レ d))
 $r1 = 25.623$

r1=	9.290	d1= 0.650	N1=1.48749	v1= 70.44
r2=		d2= 1.626		
r3*=	19.577	d3= 1.400	N2=1.52510	v2= 56.38
r4=	5.973	d4= 2.273		
r5=	7.949	d5= 2.008	N3=1.84807	v3= 28.75
r6=	10.541	d6= 16.801	~ 7.154 ~ 1.500	
r7=	∞ (続り)	d7= 1.500		
r8=	5.107	d8= 2.743	N4=1.64626	v4= 56.17
r9=	-9.178	d9= 0.100		
r10=	-8.533	d10= 0.600	N5=1.58340	v5= 30.23
r11=	7.962	d11= 0.849		
r12*=	7.572	d12= 1.401	N6=1.52510	v6= 56.38
r13=	8.290	d13= 1.000	~ 4.278 ~ 9.371	
r14*=	9.062	d14= 1.423	N7=1.58340	v7= 30.23
r15=	6.924	d15= 0.747		
r16=	11.941	d16= 1.979	N8=1.52510	v8= 56.38
r17*=-29.488		d17= 0.500		
r18=	∞	d18= 3.400	N9=1.54426	v8= 69.60
r19=	∞			

【0077】[第3面(r3)の非球面係数]

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4=-0.52484 \times 10^{-3}$$

$$A6=0.16055 \times 10^{-3}$$

$$A6=0.58442 \times 10^{-5}$$

$$A8=0.48397 \times 10^{-7}$$

$$A8=0.87159 \times 10^{-8}$$

$$A8=0.67121 \times 10^{-7}$$

【第17面(r17)の非球面係数】

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$\epsilon = 0.10000 \times 10$$

$$A4=-0.25048 \times 10^{-3}$$

$$A4=-0.91828 \times 10^{-5}$$

$$A6=-0.87701 \times 10^{-6}$$

$$A6=-0.59033 \times 10^{-8}$$

$$A8=-0.12082 \times 10^{-4}$$

$$A8=0.27335 \times 10^{-6}$$

【第14面(r14)の非球面係数】

【実施例9】

$$f=5.1mm \sim 7.5mm \sim 13.5mm \quad (\text{全系焦点距離})$$

$$FNO=2.08 \sim 2.48 \sim 3.60 \quad (\text{Fナンバー})$$

[曲率半径] [軸上面間隔] [屈折率(Nd)] [アッベ数(νd)]

r1= 14.018 d1= 0.650 N1=1.74388 ν1= 51.93
 r2= 6.286 d2= 1.790
 r3*= 17.191 d3= 1.400 N2=1.52510 ν2= 56.38
 r4= 5.770 d4= 0.907
 r5= 6.726 d5= 1.953 N3=1.84666 ν3= 23.82
 r6= 10.531 d6= 9.731 ~ 5.843 ~ 1.500
 r7= ∞ (絞り) d7= 1.500
 r8= 6.489 d8= 1.774 N4=1.85000 ν4= 40.04
 r9= 52.968 d9= 0.665
 r10=-31.304 d10= 0.600 N5=1.77185 ν5= 23.46
 r11= 6.642 d11= 0.400
 r12*=11.190 d12= 2.101 N6=1.52510 ν6= 56.38
 r13= -9.334 d13= 1.000 ~ 5.310 ~ 15.247
 r14=-10.861 d14= 1.200 N7=1.58340 ν7= 30.23
 r15*=16.708 d15= 0.100
 r16= 12.354 d16= 2.934 N8=1.84353 ν8= 40.59
 r17=-10.876 d17= 2.914 ~ 2.385 ~ 0.717
 r18= ∞ d18= 3.400 N9=1.54426 ν9= 69.60
 r19= ∞

【0079】[第3面(r3)の非球面係数]

$$\epsilon = 0.1000 \times 10$$

$$A4= 0.28799 \times 10^{-3}$$

$$A6= 0.40089 \times 10^{-5}$$

$$A8= 0.14823 \times 10^{-6}$$

【第12面(r12)の非球面係数】

$$\epsilon = 0.1000 \times 10$$

$$A4=-0.62816 \times 10^{-3}$$

$$A6=-0.22891 \times 10^{-4}$$

$$A8= 0.42945 \times 10^{-6}$$

【第15面(r15)の非球面係数】

$$\epsilon = 0.1000 \times 10$$

$$A4= 0.60130 \times 10^{-3}$$

$$A6=-0.42374 \times 10^{-5}$$

$$A8= 0.11268 \times 10^{-7}$$

【0080】また、図10～図18は、それぞれ前記実施例1～9に対応する無限遠の収差図であり、各図において、上段は広角端〔W〕、中段は中間焦点距離〔M〕、下段は望遠端〔T〕をそれぞれ表している。そして、球面収差図において、実線(d)はd線を表し、破線(SC)は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線(DS)と破線(DM)は、それぞれサジタル面とメリディオナル面での非点収差を表している。実施例1～9は、上記各条件式を満足する。また以

下に、各実施例1～9における、前記条件式(1)～
(5)、(10)～(16)に対応する値を示す。

【0081】

	$ \phi P/\phi W $	$ \phi P/\phi 1 $	$ \phi P/\phi 2 $	$ \phi P/\phi 3 $	$M3/M2$
実施例1	G2: 0.35	0.63			0.00
	G6: 0.55		1.10		
実施例2	G2: 0.27	0.72			0.00
	G7: 0.25			1.00	
実施例3	G1: 0.15	0.39			0.00
	G7: 0.30			1.00	
実施例4	G2: 0.16	0.59			0.00
	G5: 0.32		0.68		
実施例5	G1: 0.14	0.38			0.00
	G7: 0.24		0.47	1.00	
実施例6	G2: 0.17	0.57			0.56
	G5: 0.26		0.65		
実施例7	G2: 0.24	0.86			0.00
	G5: 1.10		2.27		
	G6: 0.22		0.46		
	G7: 0.35			1.00	
実施例8	G2: 0.32	0.97			0.00
	G5: 0.78		1.64		
	G6: 0.05		0.11		
	G7: 0.08			0.35	
	G8: 0.33			1.40	
実施例9	G2: 0.31271	0.79			-0.18
	G6: 0.5375		1.19		
	G7: 0.48626			1.38	

【0082】

	$\log(\beta 2T/\beta 2W)/\log Z$	$\log(\beta 3T/\beta 3W)/\log Z$
実施例1	G2: 1.00	0.00
実施例2	G2: 1.00	0.00
実施例3	G1: 1.00	0.00
実施例4	G2: 0.99	0.01
実施例5	G1: 1.00	0.00
実施例6	G2: 1.87	-0.87
実施例7	G2: 0.99	0.01
実施例8	G2: 1.00	0.00
実施例9	G2: 0.75	0.25

【0083】

$\log(\beta 3T/\beta 3W)/\log(\beta 2T/\beta 2W)$

実施例1	G2: 0.00
実施例2	G2: 0.00
実施例3	G1: 0.00
実施例4	G2: 0.01
実施例5	G1: 0.00
実施例6	G2: -0.46
実施例7	G2: 0.01
実施例8	G2: 0.00
実施例9	G2: 0.34

【0084】

$\phi P/\phi W \times h$ $\Sigma \phi P1/\phi W \times h1$		
实施例 1	G2: -0.27	
	G6: 0.66	0.39
实施例 2	G2: -0.28	
	G7: 0.17	-0.12
实施例 3	G1: -0.15	
	G7: 0.14	-0.01
实施例 4	G2: 0.21	
	G5: -0.30	-0.09
实施例 5	G1: -0.14	
	G7: 0.16	0.02
实施例 6	G2: 0.19	
	G5: -0.26	-0.08
实施例 7	G2: -0.26	
	G5: -1.20	
	G6: 0.23	
	G7: 0.16	-1.06
实施例 8	G2: -0.33	
	G5: -0.93	
	G6: 0.06	
	G7: -0.04	
	G8: 0.14	-1.10
实施例 9	G2: -0.34	
	G6: 0.68	
	G7: -0.25	0.09

【0085】

		$\phi 1/\phi W$	$\phi 2/\phi W$	$\phi 3/\phi W$
实施例 1	G2: 0.40	0.50	0.21	
实施例 2	G2: 0.37	0.50	0.25	
实施例 3	G1: 0.40	0.52	0.20	
实施例 4	G2: 0.27	0.47	0.34	
实施例 5	G1: 0.38	0.51	0.24	
实施例 6	G2: 0.29	0.29	0.40	
	0.48			
实施例 7	G2: 0.29	0.29	0.48	
	0.33			
实施例 8	G2: 0.33	0.47	0.23	
实施例 9	G2: 0.39	0.45	0.35	

【0086】

		$C_p \times (N' - N) / \phi W$	0.20Y	-0.00040	
		物体側 像側	0.10Y	-0.00645	
実施例 1	G2:	0.23 -0.50	0.60Y	-0.03442	
	G6:	0.25 0.31	0.80Y	-0.12249	
実施例 2	G2:	0.25 -0.54	1.00Y	-0.36724	
	G7:	0.33 -0.10	〔第14面(r14)の値〕		
実施例 3	G1:	0.22 -0.38	〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_3)$	
	G7:	0.35 -0.17	0.00Y	0.00000	
実施例 4	G2:	0.13 0.031	0.20Y	-0.00005	
	G5:	-0.44 0.12	0.40Y	-0.00072	
実施例 5	G1:	0.18 -0.33	0.60Y	-0.00343	
	G7:	0.45 -0.23	0.80Y	-0.00979	
実施例 6	G2:	0.18 -0.01	1.00Y	-0.02094	
	G5:	0.37 -0.67	【0090】〔実施例3、 第1面(r1)の値〕		
実施例 7	G2:	0.19 -0.45	〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_1)$	
	G5:	-0.43 -0.65	0.00Y	-0.00000	
	G6:	0.47 -0.29	0.20Y	-0.00047	
	G7:	0.24 0.10	0.40Y	-0.00762	
実施例 8	G2:	0.15 -0.48	0.60Y	-0.04017	
	G5:	-0.37 -0.40	0.80Y	-0.13975	
	G6:	0.37 -0.34	1.00Y	-0.40512	
	G7:	0.35 -0.46	〔第14面(r14)の値〕		
	G8:	0.24 0.10	〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_3)$	
実施例 9	G2:	0.17 -0.49	0.00Y	0.00000	
	G6:	0.25 0.30	0.20Y	-0.00007	
	G7:	-0.29 -0.19	0.40Y	-0.00103	

【0087】また以下に、上記非球面の条件式(7)～(9)に対応する値を示す。ここでYは非球面最大光路高さである。

【0088】〔実施例1〕

〔第3面(r3)の値〕

〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_1)$
0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00036
0.40Y	-0.00585
0.60Y	-0.03124
0.80Y	-0.10983
1.00Y	-0.31946

〔第12面(r12)の値〕

〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_2)$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00016
0.40Y	-0.00266
0.60Y	-0.01382
0.80Y	-0.04620
1.00Y	-0.12141

【0089】〔実施例2〕

〔第3面(r3)の値〕

〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_1)$
0.00Y	-0.00000

【0090】〔実施例3、
第1面(r1)の値〕

〔第3面(r3)の値〕

〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_1)$
0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00034
0.40Y	-0.00549
0.60Y	-0.02824
0.80Y	-0.09332
1.00Y	-0.24896

〔第11面(r11)の値〕

〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_2)$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00016
0.40Y	-0.00266
0.60Y	-0.01414
0.80Y	-0.07574
1.00Y	-0.36114

【0091】〔実施例4〕

〔第3面(r3)の値〕

〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_1)$
0.00Y	-0.00000

【0092】〔実施例5〕

〔第1面(r1)の値〕

〔高さ〕	$(X - X_0) / (C_0(N' - N) \cdot f_1)$
0.00Y	-0.00000

0.00Y	-0.00000	[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f3)$
0.20Y	-0.00077	0.00Y	0.00000
0.40Y	-0.01256	0.20Y	-0.00633
0.60Y	-0.06639	0.40Y	-0.00502
0.80Y	-0.22928	0.60Y	-0.02361
1.00Y	-0.65070	0.80Y	-0.06629
[第14面(r14)の値]		1.00Y	-0.13286
[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f3)$	【0095】《実施例8》	
0.00Y	0.00000	[第3面(r3)の値]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f1)$
0.20Y	-0.00008	0.00Y	-0.00000
0.40Y	-0.00129	0.20Y	-0.00082
0.60Y	-0.00655	0.40Y	-0.01333
0.80Y	-0.02065	0.60Y	-0.07171
1.00Y	-0.04955	0.80Y	-0.26196
【0093】《実施例6》		1.00Y	-0.82010
[第3面(r3)の値]		[第12面(r12)の値]	
[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f1)$	[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f2)$
0.00Y	-0.00000	0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00041	0.20Y	-0.00020
0.40Y	-0.00663	0.40Y	-0.00328
0.60Y	-0.03428	0.60Y	-0.04750
0.80Y	-0.11465	0.80Y	-0.04132
1.00Y	-0.31309	1.00Y	-0.17301
[第10面(r10)の値]		[第14面(r14)の値]	
[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f2)$	[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f3)$
0.00Y	0.00000	0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00016	0.20Y	-0.00030
0.40Y	-0.00260	0.40Y	-0.00511
0.60Y	-0.01388	0.60Y	-0.01525
0.80Y	-0.04736	0.80Y	-0.04695
1.00Y	-0.12700	1.00Y	-0.15564
【0094】《実施例7》		[第17面(r17)の値]	
[第3面(r3)の値]		[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f3)$
[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f1)$	0.00Y	0.00000
0.00Y	-0.00000	0.20Y	0.00048
0.20Y	-0.00058	0.40Y	0.01090
0.40Y	-0.00410	0.60Y	0.05583
0.60Y	-0.04961	0.80Y	0.17891
0.80Y	-0.17067	1.00Y	0.43402
1.00Y	-0.55893	【0096】《実施例9》	
[第12面(r12)の値]		[第3面(r3)の値]	
[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f2)$	[高さ]	$(X - X_0) / (CO(N' - N) \cdot f1)$
0.00Y	0.00000	0.00Y	-0.00000
0.20Y	-0.00011	0.20Y	-0.00048
0.40Y	-0.00182	0.40Y	-0.00802
0.60Y	-0.03069	0.60Y	-0.04370
0.80Y	-0.09330	0.80Y	-0.15559
1.00Y	-0.01218	1.00Y	-0.44095
[第15面(r15)の値]		[第12面(r12)の値]	

[高さ]	$(X - X_0)/(C_0(N'-N) \cdot f)$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00007
0.40Y	-0.00110
0.60Y	-0.00579
0.80Y	-0.01922
1.00Y	-0.04962

〔第15面(r15)の値〕

[高さ]	$(X - X_0)/(C_0(N'-N) \cdot f)$
0.00Y	0.00000
0.20Y	-0.00067
0.40Y	-0.01051
0.60Y	-0.05178
0.80Y	-0.15744
1.00Y	-0.36553

【0097】また、図19は、第10の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示している。同図の左側が物体側、右側が像側である。尚、図中の矢印は、ズーム時の各レンズ群の広角端から望遠端への移動の様子を模式的に表したものである。破線で表す矢印は、移動しない事を示している。また、同図はそのズーム時の広角端の状態を示している。そして、同図に示すように、本実施

《実施例10》

 $f = 5.4\text{mm} \sim 8.4\text{mm} \sim 15.6\text{mm}$ (全系焦点距離) $FNO=2.57 \sim 3.04 \sim 4.20$ (Fナンバー)

〔曲率半径〕〔軸上面間隔〕〔屈折率(Nd)〕〔アッパ数(レフ)〕

r1*=-34.564

d1= 1.600 N1=1.52510 $\nu_1= 56.38$

r2*= 7.185

d2= 3.500

r3= 10.666

d3= 2.314 N2=1.75000 $\nu_2= 25.14$

r4= 17.516

d4= 2.572 $\sim 11.179 \sim 1.713$ r5= ∞ (鏡)

d5= 1.500

r6= 8.000

d6= 2.911 N3=1.80420 $\nu_3= 46.50$

r7= -8.598

d7= 0.010 N4=1.51400 $\nu_4= 42.83$

r8= -8.598

d8= 0.000 N5=1.70055 $\nu_5= 30.11$

r9= 8.182

d9= 0.200

r10*= 5.244

d10= 3.249 N6=1.52510 $\nu_6= 56.38$

r11*= 6.300

d11= 2.740 $\sim 5.844 \sim 13.277$

r12= 21.195

d12= 2.000 N7=1.48749 $\nu_7= 70.44$

形態は負正正3成分ズームであり、物体側から順に、第1レンズ群Gr1、第2レンズ群Gr2、第3レンズ群Gr3から構成され、2つのレンズ群が移動するタイプである。

【0098】Gr1は全体として負のパワーを有する。また、Gr2及びGr3は全体として正のパワーを有する。物体側から順に、1枚目～6枚目のレンズをそれぞれG1～G6とする。本実施形態の各レンズ群は、それぞれこれらのレンズを適宜組み合わせた構成となっている。そして、Gr2には絞りSが含まれている。尚、像側端部の平行平板はローパスフィルターLPFである。同図に示すように、本実施形態では、同図の斜線で示す物体側から1枚目(G1)及び5枚目(G5)のレンズがプラスチックレンズである。

【0099】以下に挙げる実施例10のコンストラクションデータは、前述した第10の実施形態に対応しており、第10の実施形態を表すレンズ構成図(図19)は、対応する実施例10のレンズ構成を示している。また、実施例10のコンストラクションデータの表示の構成は、上記実施例1～9で示したものと同様である。

【0100】

r13=-16.672
 d13= 1.086
 r14= ∞
 d14= 3.400 N8=1.51680 ν 8= 64.20
 r15= ∞

【0101】(第1面(r1)の非球面係数)

$\epsilon = 0.1000 \times 10$
 $A4 = 0.43400 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.55461 \times 10^{-5}$
 $A8 = 0.27915 \times 10^{-7}$

【第2面(r2)の非球面係数】

$\epsilon = 0.1000 \times 10$
 $A4 = 0.26861 \times 10^{-3}$
 $A6 = 0.25040 \times 10^{-5}$
 $A8 = -0.23353 \times 10^{-7}$

【第10面(r10)の非球面係数】

$\epsilon = 0.1000 \times 10$
 $A4 = -0.50306 \times 10^{-3}$
 $A6 = -0.13415 \times 10^{-4}$
 $A8 = -0.19911 \times 10^{-6}$

【第11面(r11)の非球面係数】

$\epsilon = 0.1000 \times 10$
 $A4 = 0.19342 \times 10^{-2}$
 $A6 = 0.50893 \times 10^{-4}$
 $A8 = -0.42081 \times 10^{-6}$

【0102】また、図20は、前記実施例10に対応する無限遠の収差図であり、同図において、上段は広角端〔W〕、中段は中間焦点距離〔M〕、下段は望遠端〔T〕をそれぞれ表している。そして、球面収差図において、実線(d)はd線を表し、破線(SC)は正弦条件を表している。また、非点収差図において、実線(DS)と破線(DM)は、それぞれサジタル面とメリディオナル面での非点収差を表している。

【0103】統いて、実施例10における、前記条件式(1)～(4)、(10)、(11)、(13)、(14)に対応する値を示す。

【0104】

$$|\phi P/\phi 1| \quad |\phi P/\phi 2| \quad M3/M2 \\ 1.698 \quad 0.417 \quad 0$$

【0105】

$$\log(\beta 2T/\beta 2W)/\log 2 \\ 0.998$$

【0106】

$$\Sigma \phi P1/\phi W \times h1 \\ -0.265$$

【0107】

$$|\phi 1/\phi W| \quad \phi 2/\phi W \\ 0.284 \quad 0.405$$

【0108】

$$C_P \times (N' - N) / \phi W$$

r1: 0.082
 r2: 0.395
 r10: -0.541
 r11: 0.473

【0109】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、負正2成分ズームにプラスチックレンズを効果的に配する事により、特にデジタルスチルカメラに適した、小型、高画質で安価なズームレンズを提供する事ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図2】第2の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図3】第3の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図4】第4の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図5】第5の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図6】第6の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図7】第7の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図8】第8の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図9】第9の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図10】実施例1に対応する無限遠の収差図

【図11】実施例2に対応する無限遠の収差図

【図12】実施例3に対応する無限遠の収差図

【図13】実施例4に対応する無限遠の収差図

【図14】実施例5に対応する無限遠の収差図

【図15】実施例6に対応する無限遠の収差図

【図16】実施例7に対応する無限遠の収差図

【図17】実施例8に対応する無限遠の収差図

【図18】実施例9に対応する無限遠の収差図

【図19】第10の実施形態のズームレンズの光学系の構成を示す図

【図20】実施例10に対応する無限遠の収差図

【符号の説明】

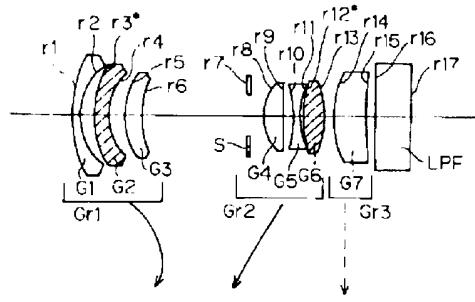
G1～G8 レンズ

LPF ローパスフィルター

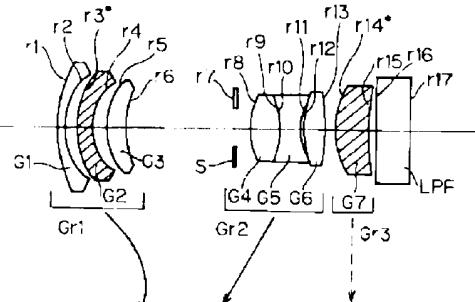
Gr 1 第1レンズ群
Gr 2 第2レンズ群

Gr 3 第3レンズ群
S 綾り

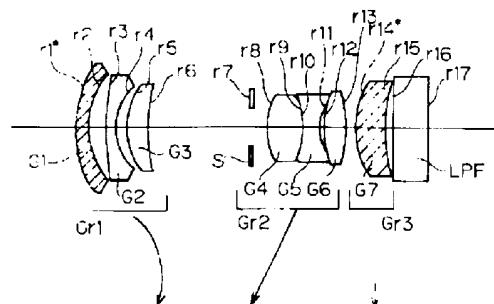
【図1】



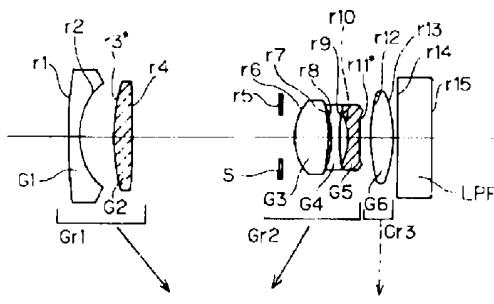
【図2】



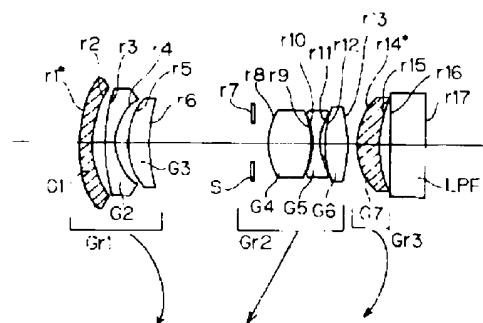
【図3】



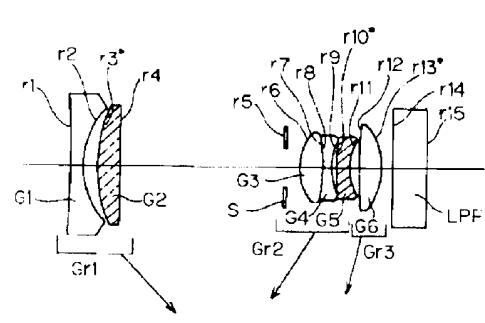
【図4】



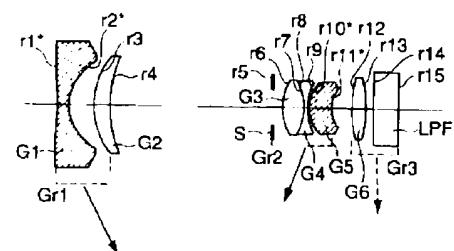
【図5】



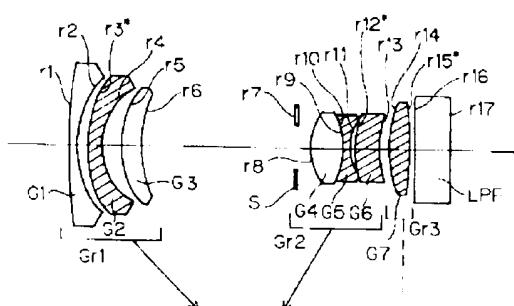
【図6】



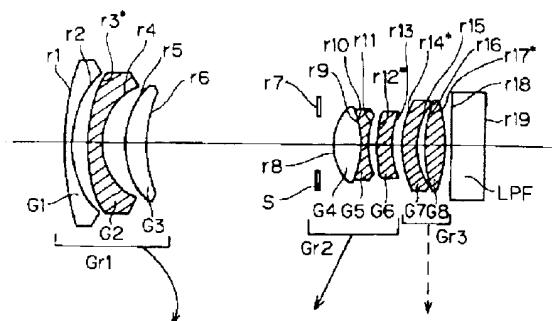
【図19】



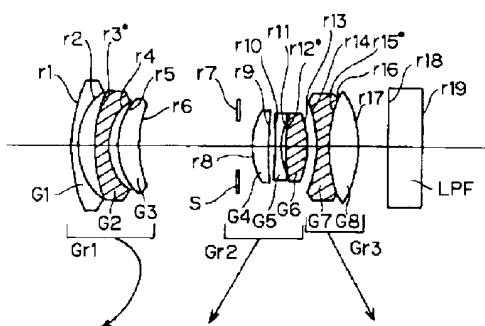
【図7】



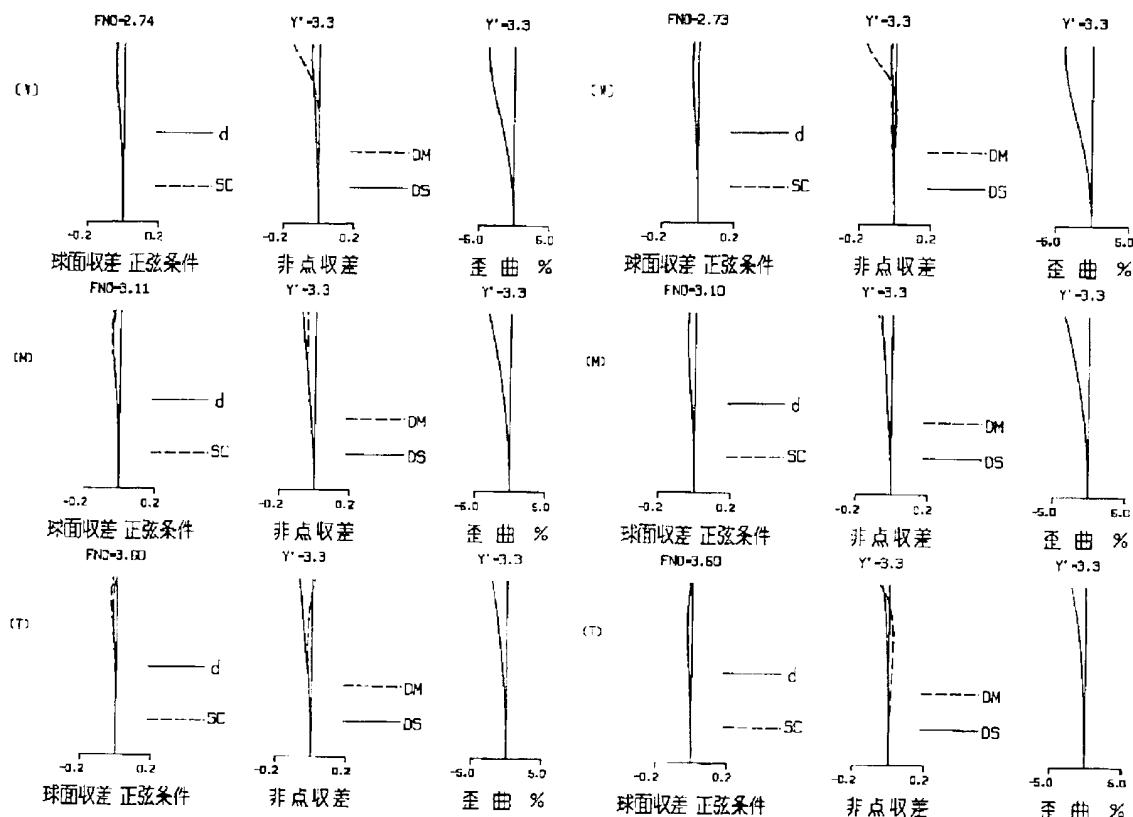
【図8】



【図9】

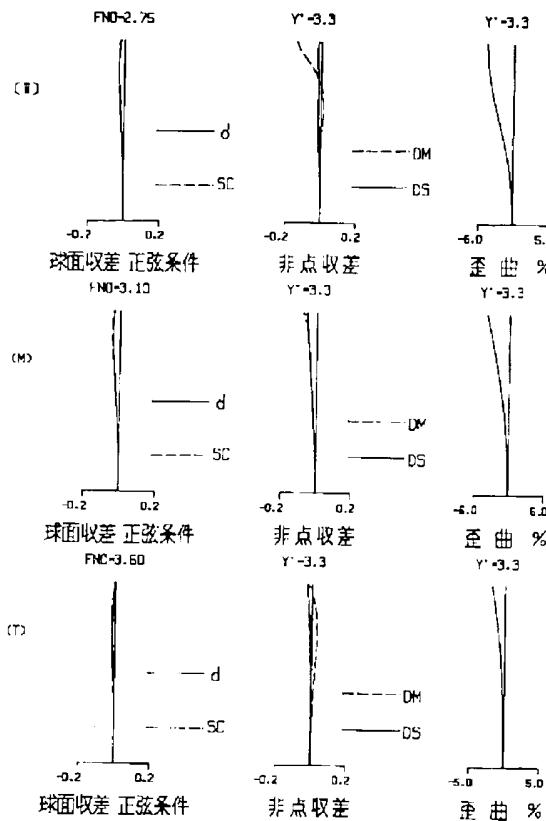


【図10】

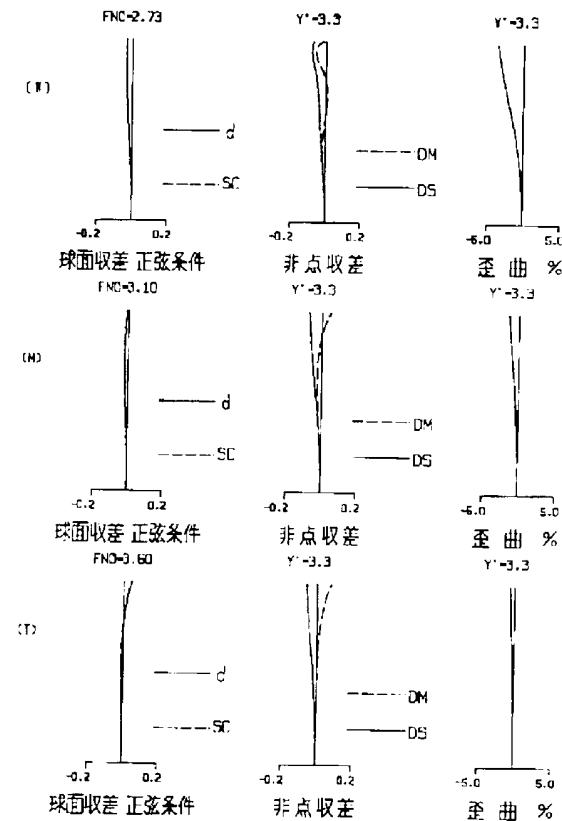


【図11】

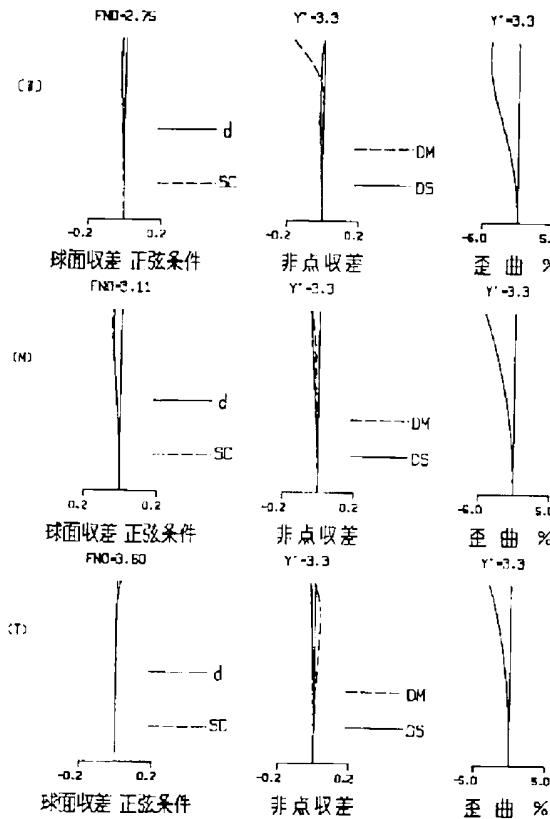
【图1.2】



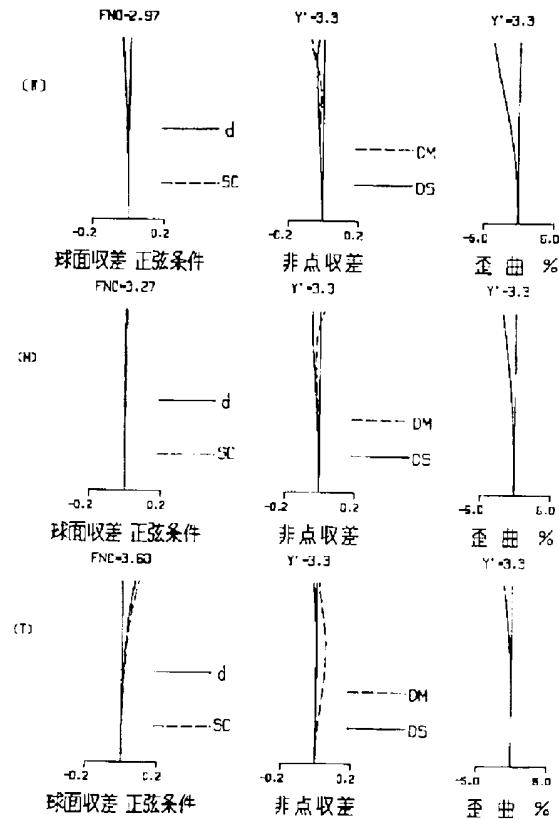
【图1.3】



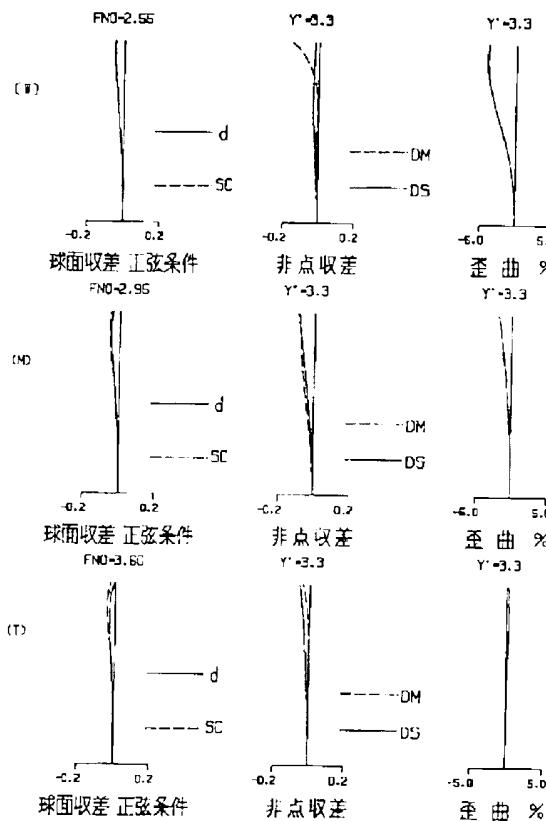
【图14】



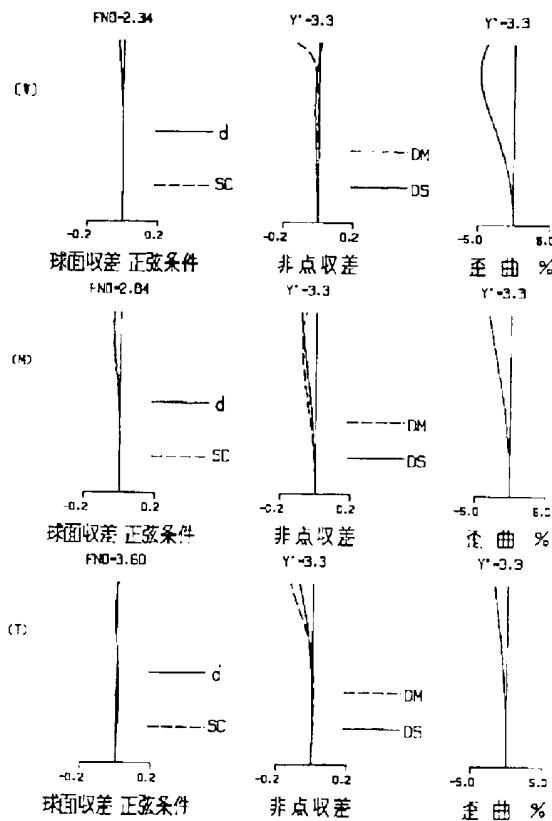
【图15】



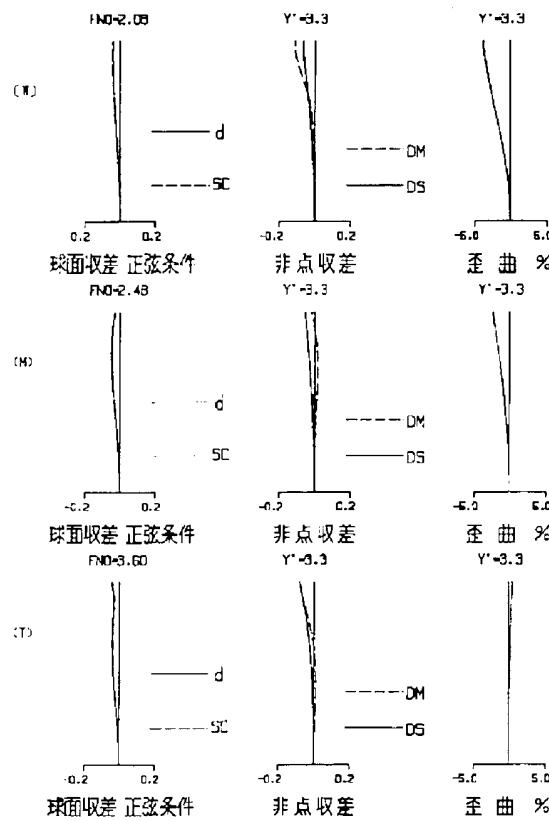
【图16】



【图17】



【图18】



【图20】

